

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення маточини КАМ 35.04.03.01

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-61К*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кондрашевський Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ МАТОЧИНИ КАМ 35.04.03.01

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Кондрашевський Д.О.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Форма № Н-9.01

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Залога
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Кондрашевський Дмитро Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення маточини КАМ 35.04.03.01*

керівник проекту *Приходько О.М.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2020 року №07-III
2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 11 » червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

Креслення деталі «Маточина КАМ 35.04.03.01»

Річний обсяг випуску деталей – 3000 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>		
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>		
3	<i>Визначення типу виробництва та форми його організації</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>		
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>		
8	<i>Оформлення графічної частини роботи</i>		

Студент

_____ (підпис)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Кондрашевський Д.О.

(прізвище та ініціали)

Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 53 с., 29 табл., 14 рис., 61 формула, 22 літературних джерел

Об'єкт дослідження – Маточина КАМ 35.04.03.01

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення маточини КАМ 35.04.03.01. В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки маточини виготовлення проаналізовані дві операції, а саме: вертикально-свердловальну та шліцепротяжну. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування та маршрутний технологічний процес виготовлення маточини КАМ 35.04.03.01

МАТОЧИНА, ПРИЧІП, ПІДВІСКА, ПРИПУСКИ, СХЕМА БАЗУВАННЯ, СВЕРДЛО, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМУВАННЯ, РОЗГОРТКА, ПРОТЯЖКА.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	10
3 Визначення типу та форми організації виробництва.....	12
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	16
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	18
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	31
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	36
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	38
6.5 Розрахунки режимів різання.....	38
6.6 Технічне нормування операцій.....	44
7 Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки.....	47
Висновки.....	54
Перелік джерел посилання.....	55
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Кондрашевский Д.О</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Яшина Т.В.</i>			4	53	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Динник О.Д.</i>			<i>КІ СумДУ, ТМ-61</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Залога В.О.</i>			<i>КАМ 35.04.03.01</i>		

ВСТУП

Вищою метою економічної ступені нашої країни було і залишається неухильне піднесення матеріального і культурного рівня життя народу. Реалізація цієї мети вимагає прискорення соціально-економічного розвитку, всілякої інтенсифікації та підвищення ефективності виробництва на базі науково-технічного прогресу.

Основними завданнями промисловості є забезпечення механізації, паливно-енергетичними ресурсами, машинами, обладнанням і іншими сучасними засобами виробництва. Основними напрямками промисловості є підвищення обсягу капітальних вкладень, спрямованих на розвиток машинобудівного комплексу, збільшення випуску продукції машинобудування і металообробки, широке впровадження верстатів з ЧПУ, гнучких переналагоджуваних виробництв і системи автоматизованого проектування, розвиток спеціалізованих виробництв інструменту, збільшення випуску продукції машинобудування, скорочення термінів розробки і освоєння нової техніки.

При дипломному проектуванні особлива увага приділяється самостійній роботі студента з метою розвитку ініціативи у вирішенні технічних і організаційних завдань, а також детального аналізу існуючих технологічних процесів. Основне завдання при цьому полягає в тому, щоб при роботі над дипломним проектом були винесені пропозиції щодо вдосконалення існуючої технології, оснащення виробництва. Для виконання цього завдання необхідно поліпшити і вивчити прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і засобів на підставі аналізу і зіставлення якісних показників, дати свої пропозиції щодо застосування прогресивної техніки.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		5

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Деталь «Маточина КАМ 35.04.03.01» (рис. 1.1) згідно класифікатору ЄСКД відноситься до типу «дисків», яка має центральний отвір та концентричні зовнішні циліндричні поверхні. Маточина – це центральна частина колеса чи маховика, корпус якої має центральний шлицевий отвір для закріплення на осі та призначений для передачі крутного моменту.

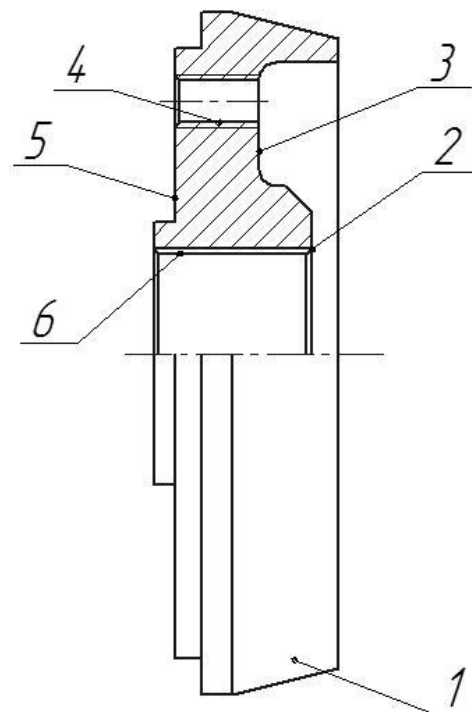


Рисунок 1.1 – Деталь «Маточина»

Основна поверхня, до неї відносяться основні робочі поверхні за допомогою яких визначається положення деталі у виробі – 6;

Допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної – це поверхні 4,5;

Виконавча поверхня, яка вказує службове призначення даного виробу – поверхня 1;

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

Вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою – 2, 3.



Рисунок 1.2 – Причіп «Бізон», модель БР-750

Дана деталь застосовується в підвісці причепа для легкових автомобілей. Причепи широко використовуються водіями для перевезення габаритних вантажів за допомогою власного легкового автомобіля. Головними перевагами причепів є їх компактність, дешевизна та значна вантажопідйомність. Маточина КАМ 35.04.03.01 застосовується в причепах марки «Бізон» (рис. 1.2). Виконуючи головної кріпильної деталі для коліс причепа.



Рисунок 1.3 – Підвіска причіпу

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

Причіп «Бізон» БР-750 є базовими шасі для різного роду несучих кузовів. Від бортового до кемпінгу. Індекс «750» показує вантажопідйомність 750 кг.

Підіска даного причіпу дуже проста, складається с продольної балки, амортизаторів, пружин та ресор (рис 1.3).

Маточина є замикаючою деталлю, що кріпиться на осі причіпу, до якої кріпиться колеса. В маточині розміщуються підшипники для зменшення тертя.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		8

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

За [1], аналізуючи робоче креслення деталі «Муфта» необхідно відмітити, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Муфта» відноситься до класу «тіла обертання», «порожнисті циліндри» і призначена для передачі крутного моменту в поїзному режимі (при русі автотриси) і постановки автотриси в нейтральне положення шляхом виведення із зачеплення, за допомогою шліцьового з'єднання.

Матеріал деталі – легована сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71, до якої пред'являються вимоги високої точності, пластичності і в'язкості серцевини та високої поверхневої твердості, що працюють при ударних навантаженнях [7].

Хімічний склад та механічні властивості сплаву Сталь 3 ГОСТ4543-71 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 [7].

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

Таблиця 2.1 – Хімічний склад Сталі 3 ГОСТ4543-71

C	Si	Mn	S	P
			Не більше	
до 2,14	0,12-0,3	0,4-0,65	0,055	0,05

Таблиця 2.2 – Механічні властивості Сталі 3

σ_0 , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
375	24	25	137

До заданої деталі висуваються наступні вимоги (дод. А):

- твердість 40...45 HRC;
- невказані граничні відхилення розмірів: отворів – H14; валів – h14; решти – $\pm IT14/2$.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

За ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} [3], який визначається за формулою:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{шт}$	m_p	P	$n_{зф}$	O
005	Токарна	0,57	0,09	1	0,09	9
010	Свердлувальна	0,4	0,064	1	0,064	13
015	Фрезерна	0,38	0,06	1	0,06	14
020	Протяжна	0,52	0,083	1	0,083	10
025	Шліцешлифувальна	0,8	0,13	1	0,13	7
	Разом	-	-	5	-	53

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 3000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год;

n_3 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

$$m_{p005} = \frac{3000 \cdot 0,57}{60 \cdot 3900 \cdot 0,80} = 0,09 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстати.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,09}{1} = 0,09$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо за формулою:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \text{ шт} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,09} = 8,9 \approx 9 \text{ шт}$$

Результати заносимо до таблиці 3.1.

Визначаємо сумарну кількість операцій і робочих місць відповідно.

$$\sum O_i = 9 + 13 + 14 + 10 + 7 = 53$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$$

$$K_{зо} = \frac{53}{5} = 10,6$$

Так як $10 < K_{зо} = 18 < 20$, то тип виробництва середньосерійний.

Визначаємо добовий випуск деталей за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N_{річ}}{D_p}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, дні; $D_p=253$ дня.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

$$N_{\text{доб}} = \frac{3000}{253} = 12 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий фонд часу роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{D_{\text{р}}}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{253} = 925 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=5$;

$$T_{\text{ср}} = \frac{2,67}{5} = 0,53 \text{ хв}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{925}{0,53} \cdot 0,6 = 1047 \text{ шт}$$

При порівнянні добового випуску деталей $N_{\text{доб}}=12$ і добової потужності потокової лінії $Q_{\text{доб}}=1047$ шт. бачимо, що добовий випуск деталей менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 10%, тобто використання однономенклатурної потокової лінії в серійному виробництві не раціонально, тому приймаємо групову форму організації праці [3].

					<i>TM 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

Серійне виробництво – тип виробництва, що характеризується одночасним виготовленням на виробництві обмеженої номенклатури однорідної продукції, випуск якої періодично повторюється протягом тривалого періоду [5].

Для серійного виробництва властивим є:

- виготовлення виробів серіями, які періодично повторюються;
- номенклатура виготовлених виробів - обмежена;
- застосування універсального і спеціального устаткування, пристроїв, обробного і мірального інструменту;
- групування робочих місць за технологічним і предметним принципами;
- закріплення за робочими місцями обмеженої кількості деталеопераций;
- середня кваліфікація працівників;
- детальна розробка технологічних процесів [5].

Серійне виробництво характеризується випуском деталей партіями, тому визначаємо кількість деталей в партії за формулою [3]:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{3000 \cdot 6}{253} = 71 \text{ шт}$$

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Маточина» відноситься до класу «тіла обертання», «диски» [5] і призначена для передачі крутного моменту в поїзному режимі (при русі автотриси) і постановки автотриси в нейтральне положення шляхом виведення із зачеплення, за допомогою шліцьового з'єднання [21].

Муфта має центральний шліцьовий отвір D-8x40x36H7x7D9 мм.

Матеріал деталі, легована сталь 3, дозволяє при обробці застосовувати високопродуктивні інструментальні матеріали – тверді сплави.

Аналізуючи матеріал, конфігурації деталі, масу та тип виробництва, можна сказати, що особливих труднощів з отриманням заготовки не виникне. Запропоноване в базовому технологічному процесі штампування, як спосіб отримання заготовки, є раціональним. Тому, за способом отримання заготовки деталь є технологічною.

Всі оброблювані поверхні, з точки зору точності та чистоти, не представляють технологічних труднощів. Конструкція маточини забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь та не вимагає застосування дорогих, важких та трудомістких фінішних операцій. Допуски призначені тільки на поверхні сполучення. Постановка розмірів забезпечує зручність вимірювань.

Деталь є достатньо жорсткою в осьовому та радіальному напрямках. Маточина має гарні базові поверхні: центральний отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню. Тобто конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки у стандартні широко розповсюджені пристосування, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки, а також контрольно-вимірювальних інструменти та пристосування. Конструктивні елементи деталі уніфіковані по кожному з видів, що дозволяє скоротити номенклатуру оснащення.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

Деталь має досить складну геометричну форму і складається з таких конструктивних елементів:

- зовнішні циліндричні поверхні: $\varnothing 130$ мм; $\varnothing 116$ мм;
- фаски: $1 \times 45^\circ$; $2 \times 45^\circ$;
- чотири отвори з різьбою: M8 мм;
- шліцевий отвір: $\varnothing 40$ мм;

На кресленні проставлені всі необхідні розміри. Найточнішою поверхнею є шліцева поверхня $\varnothing 7^{+0,05}_{+0,022}$, що відповідає 6-му квалітету точно

Таким чином, у результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що в цілому деталь технологічна, як при виготовленні заготовки, так і при наступної механічній обробці і складанні.

					<i>TM 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При виборі методу отримання заготовок для деталей машин слід враховувати такі фактори як: призначення і конструкція деталі, матеріал, технічні вимоги, серійність випуску, а також економічну доцільність виготовлення [5].

Враховуючи геометричні параметри муфти, умови виробництва та матеріал, можна застосувати наступні методи отримання заготовок: вільне кування на молотах в підкладних штампах та штамповка на кривошипних гарячештамповочних пресах (КГШП).

Заготовки, одержані вільним куванням на молотах, по конфігурації не дуже відповідають формі готової деталі, але структура металу завдяки куванню поліпшується в порівнянні з заготовкою, відрізаною пилюкою від прутка.

Штампкування на КГШП забезпечує високу точність форми та розмірів заготовки, продуктивність праці, відсутність ударних навантажень, менші навантаження на виробничі будівлі, можливість використання універсальних штамів. Використання виштовхувачів в обох частинах штамів дає змогу зменшити штампувальні нахили, припуски на обробку різанням [5].

Остаточний варіант приймемо після техніко-економічного розрахунку собівартості за двома вибраними методами [3].

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів: перший – заготовка одержана методом прокату; другий – методом штамповки.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (прокат). Дані заносимо в таблицю 5.1

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

Таблиця 2.2 – Заготівка прокат

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [2], с.584, табл.3.	Допуск [3], с.169, табл.62	Розмір заготівки
Ø130	14	12,5	2×2,0	+0,8 -0,2	Ø134 ^{+0,8} _{-0,2}
35	14	12,5	2×2,0	+0,4 -0,7	39 ^{+0,4} _{-0,7}

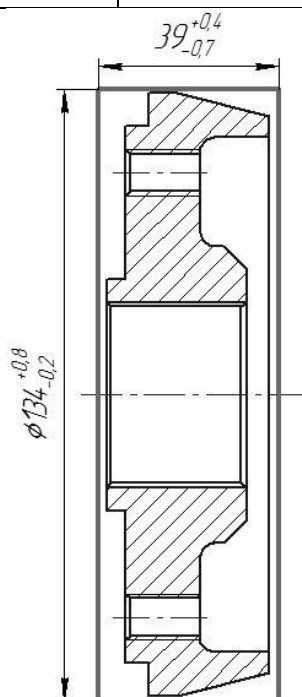


Рисунок 2.1 – Прокат

Визначаємо масу заготівки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де $V_{заг}$ - загальний об'єм, який складається з простих фігур;

γ - густина сталі; $\gamma = 7,8 \times 10^{-6} \text{ кг мм}^3$

										Арк.
										18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090008-00 ПЗ					

$$V_{заг} = \frac{\pi D^2}{4} \times \ell, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

$$V_{заг} = \frac{3,14 \times 134^2}{4} \times 39 = 549722,94 \text{ мм}^3$$

$$m = 549722,94 \times 7,8 \times 10^{-6} = 4,3 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки: [1] с.30

$$S_{заг} = M + \Sigma Co.з.; \text{ грн} \quad (5.3)$$

де M- затрати на матеріал заготовки;

$\Sigma Co.з.$ - технологічна собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.з = \frac{Cп.з. \times Tшт}{60 \times 100}; \text{ грн} \quad (5.4)$$

де Cп.з. - приведені затрати на робочому місці;

Tшт – штучний час виконання заготівельної операції.

Відрізання заготовки пилами діаметром до 140 мм – 1210 коп./час,
фрезерно-центрувальна - 2500 коп./год.

Витрати на матеріал, визначають по масі прокату, який необхідний для виготовлення деталі:

$$M = Q \times S - (Q - q) \times \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де Q - маса заготовки, Q = 4,3 кг;

q – маса деталі, q = 2,8 кг;

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

S – ціна одного кілограма матеріалу, $S=1850$ грн;

$S_{\text{відх}}$ - ціна однієї тони відходів, $S_{\text{відх}}=281$ грн.

Відрізка :

$$T_o=0,19 \times D^2, \text{ хв} \quad (5.6)$$

де D - діаметр заготівки, мм;

$$T_o=0,19 \times 134^2 = 3411,64 \times 10^{-3} = 3,41 \text{ хв};$$

$$T_{\text{шт}} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.7)$$

де φ_k - коефіцієнт, який залежить від обладнання та виду виробництва;

T_o – основний час на обробку деталі, хв.;

$$T_{\text{шт}} = 1,51 \times 3,41 = 5,15 \text{ хв}$$

$$Co.3_1 = \frac{1210 \times 5,15}{60 \times 100} = 0,1 \text{ грн.};$$

Центрування

$$T_o=0,52 \times d \times l, \text{ хв} \quad (5.8)$$

де d - діаметр отвору, мм;

l - довжина отвору, мм

$$T_o=0,52 \times 4 \times 5 = 10,4 \times 10^{-3} \text{ хв.};$$

$$T_{\text{шт}} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.9)$$

$$T_{\text{шт}} = 1,3 \times 10,4 \times 10^{-3} = 0,01352 \text{ хв.}$$

					<i>TM 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

$$Co.3_2 = \frac{2500 \times 0,01352}{60 \times 100} = 0,0056 \text{ грн.};$$

Визначаємо загальну технологічну собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.3 = Co.3_1 + Co.3_2, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$Co.3 = 0,1 + 0,0056 = 0,1056 \text{ грн.}$$

Визначаємо затрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{4,3 \times 1850}{1000} - (4,3 - 2,8) \times \frac{281}{1000} = 7,53 \text{ грн}$$

$$S_{заг} = 7,53 + 0,1056 = 7,64 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (5.11)$$

$$K_{вм} = \frac{2,8}{4,3} = 0,65$$

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (штампівка). Дані заносимо в таблицю 5.2.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

K_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_n = 1$;

[1] с.38 табл. 2.13.

Q – маса заготовки, $Q = 4,59$ кг;

q – маса деталі, $q = 2,8$ кг;

$$S_{заг} = \left(\frac{1850}{1000} \times 1,0 \times 1,0 \times 2,0 \times 1,13 \times 1,0 \times 4,59 \right) - (4,59 - 2,8) \times \frac{281}{1000} = 18,69 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_з}, \quad (5.15)$$

$$K_{вм} = \frac{2,8}{4,59} = 0,61$$

За економічними показниками доцільніше виготовляти заготовку методом прокату, так як при цьому методі витрачається менше матеріалу, і менша собівартість заготовки.

Визначаємо економічний ефект:

$$E_з = (S_{заг2} - S_{заг1}) \times N, \text{ грн} \quad (5.16)$$

де $S_{заг1}$, $S_{заг2}$ - вартість зіставлених заготовок, грн.;

N – обсяг виробництва деталей, шт.

$$E_з = (18,69 - 7,64) \times 3000 = 33150 \text{ грн.}$$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

До заготовки ставляться наступні технічні вимоги [17]:

- поковка групи II HRC 143...179 HB;
- клас точності Т3, група сталі М1, степiнь точності С3 , вих. iндекс – 11;
- допустиме змiщення по поверхнi роз'ему штампу 0,2 мм;
- допустима величина залишкового облою поковки 0,7 мм;
- невказанi ухили: зовнiшнi – 5°, внутрiшнi – 7°;
- невказанi штампувальнi рiдiуси – 3 мм;
- допустима величина висоти заусенцiв 0,3 мм;
- iншi технiчнi вимоги за СТБ 1014-95.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дат		25

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Маточина», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі.

Маршрут обробки відповідає типовому технологічному процесу обробки деталей відповідного класу[17].

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№	Найменування операції	Вид обробки	Поверхня базування	Обладнання
000	Заготівельна	Штампувати на пресі	-	Прес К8544
005	Токарна з ЧПК	Точити згідно керуючої програми	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80; центр обертальний ГОСТ8742-75	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Т1
010	Вертикально-свердлувальна	Свердлувати отвори	Пристосування спеціальне	Вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р12
015	Термічна	Поліпшити	-	Установка СВЧ
020	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Пристосування спеціальне	Вертикально-свердлувальний верстат моделі 2Р135
025	Шліце-протяжна	Протягнути шліцевий отвір	Пристосування спеціальне	Горизонтально-протяжний верстат 7А523
030	Шліце-шліфувальна	Шліфувати шліці	Пристосування спеціальне	Внутрішньо-шліфувальний верстат моделі 3К228
035	Мийна	Промити деталь	-	Мийна машина ОСМ – 1
040	Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для поверхні $\varnothing 95h6$ мм за допомогою ПК за методикою, викладеною в [3].

Величину розрахункового мінімального припуску визначаємо за формулою:

$$2z_{\min} = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де R_{zi-1} – висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} – сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ε_{yi} – похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм.

Сумарне відхилення розташування заготовки визначаємо за формулою:

де $\rho_{зм}$ – величина зміщення заготовки, мкм; $\rho_{зм} = 600$ мкм за ГОСТ 7505-89.

$\rho_{екс}$ – величина неспіввісності (ексцентричності), мкм; $\rho_{екс} = 800$ мкм за ГОСТ 7505-89.

$$\rho = \sqrt{600^2 + 800^2} = 1000 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{зал} = k_y \cdot \rho_{заг}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [2], с.73. Для чорнового точіння $k_y = 0,06$; для чистового точіння $k_y = 0,04$; для шліфування $k_y = 0,02$. Розраховуємо ρ для кожного переходу:

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

$$\rho_{\text{Т чор}} = 0,06 \cdot 1000 = 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{Т чист}} = 0,04 \cdot 1000 = 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{шл}} = 0,02 \cdot 1000 = 20 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де ε_6 – похибка базування, мкм;

При базуванні на шліцьову оправку з зазором при centruванні по зовнішньому діаметру шліцьового отвору похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_6 = S_{\min} + \delta_B + \delta_A, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де S_{\min} – мінімальний зазор, мкм; $S_{\min} = 7,5$ мкм;

δ_B – допуск на розмір оправки, мкм; $\delta_B = 15$ мкм;

δ_A – допуск на розмір базового отвору, мкм; $\delta_A = 35$ мкм.

$$\varepsilon_6 = 7,5 + 15 + 35 = 57,5 \text{ мкм}$$

ε_3 – похибка закріплення заготовки, мкм. $\varepsilon_3 = 0$ мкм.

$$\varepsilon_y = \sqrt{57,5^2 + 0} = 57,5 \text{ мкм} \quad (6.5)$$

Для решти операцій величину похибки установки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{зал}} = k_y \cdot \varepsilon_{\text{заг}}, \text{ мкм} \quad (6.6)$$

$$\varepsilon_{\text{Т чор}} = 0,06 \cdot 57,5 = 3,45 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{Т чист}} = 0,04 \cdot 57,5 = 2,3 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{шл}} = 0,02 \cdot 57,5 = 1,15 \text{ мкм}$$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки [5].

Операція 010 Вертикально-свердлувальна. На даній операції відбувається свердління чотирьох отворів. Чорною базою буде зовнішня циліндрична поверхня. Заготовка закріплюється у спеціальному пристосуванні.

Перший спосіб – торець заготовки буде установчою базою, що позбавляє заготовку 3-х ступенів вільності, а зовнішня циліндрична поверхня затискається призмами, що полишає заготівку 2-х ступенів вільності-відповідає подвійній опорній базі. У такий спосіб деталь позбавляється 5 ступеней вільності, шоста залишається вільною. Похибка базування $\varepsilon_D = 0$, $\varepsilon_L = \varepsilon_{\text{попер}} = 0,8$ мм

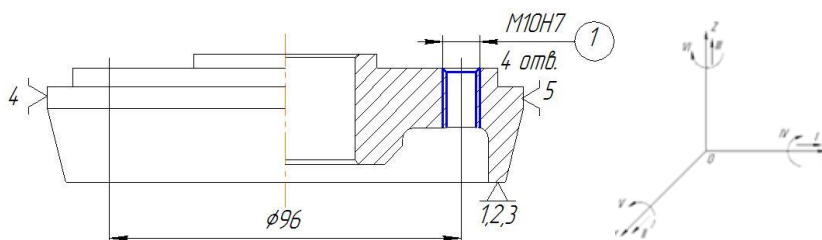


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на вертикально-свердлувальній операції

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V,	Установча база
4, 5	I, VI	Подвійна опорна база
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	1	1
	α	0	0	0
ПОБ	L	0	0	0
	α	1	1	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Другий спосіб – отвір заготовки буде установчою базою, що позбавляє заготовку 3-х ступенів вільності, а торець є подвійно-опорною базою полишає заготовку 2-х ступенів вільності-відповідає подвійній опорній базі. У такий спосіб деталь позбавляється 5 ступеней вільності, шоста залишається вільною. Похибка базування рівна нулю.

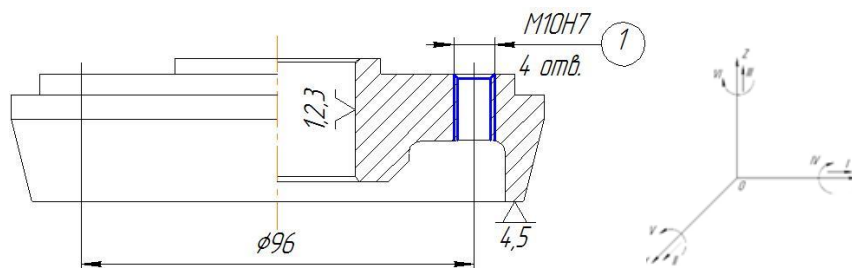


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки на вертикально-свердлувальній операції

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

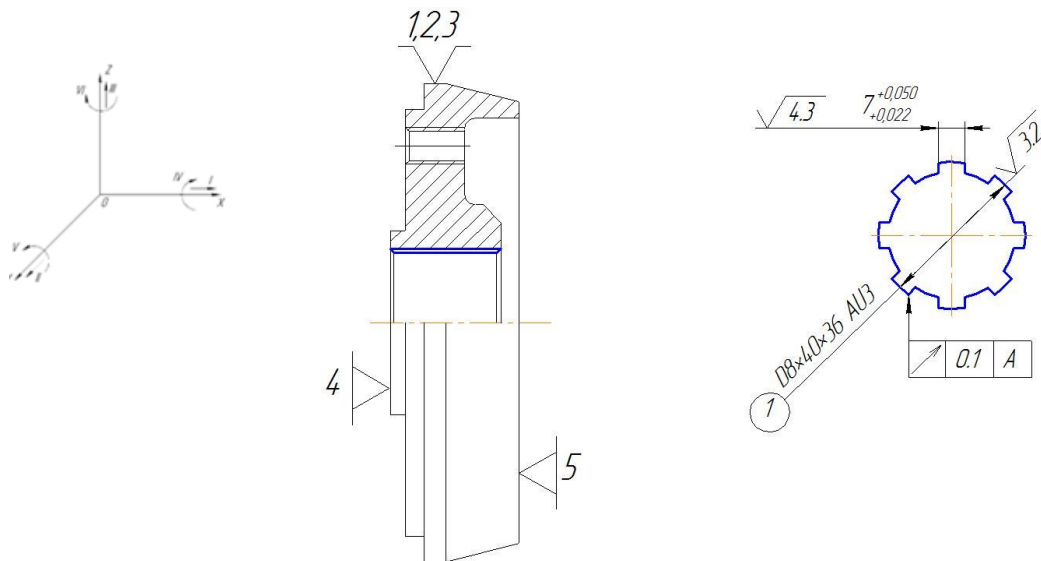
Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V,	Установча база
4, 5	I, VI	Подвійна опорна база
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	1	1
	α	0	0	0
ПОБ	L	0	0	0
	α	1	1	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Отже, порівнявши два способи базування заготовки можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати другий спосіб.

Операція 020 Шліцепротяжна. На даній операції протягується шліцевий отвір. Заготовка закріплюється у спеціальному пристосуванні. У такий спосіб деталь позбавляється 5 ступеней вільності, що відповідає подвійно-напрямній опорній базі, шоста залишається вільною.



Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V,	Установча база
4, 5	I, VI	Подвійна опорна база
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	1	1
	α	0	0	0
ПОБ	L	0	0	0
	α	1	1	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Для даної операції можлива, лише дана схема базування, що обумовлено обраним обладнанням. Похибка базування $\varepsilon_D = 0,040$ мм.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

На 010 свердлувальній операції можливе застосування як вертикально-свердлильного верстата, так і радіально-свердлильного верстата. Основні їх технічні характеристики наведені в табл. 6.11 [16].

Таблиця 6.11 – Основні технічні характеристики верстатів

Показник, одиниця виміру	Параметр	
	2Н135	2А53
Найбільший діаметр свердління, мм	35	75
Кількість швидкостей шпинделя	12	10
Межі швидкостей шпинделю, об/хв	45-2000	12,5-1600
Кількість ступеней мех. подачі шпинделю	9	7
Межі подач шпинделю, мм/об	0,1-1,6	0,056-1,5
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	2,8	2,3
Габарити верстата	22350×785×915	3500×1630×3780
Маса верстат, кг	880	10500

Аналізуючи технічні характеристики верстатів, вибираємо радіально-свердлильний верстат 2Н135.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

На 025 Шліцепротяжній-протяжній операції можливе застосування різних верстатів для внутрішнього протягування. Порівнюючи основні технічні характеристики цих верстатів, обираємо обладнання, яке підходить за такими технологічними ознаками: потужність двигуна, необхідна для обробки заданої поверхні; габарити робочого столу; тягова сила [16, 17].

Напівавтомат протяжний вертикальний для внутрішнього протягування мод. 7A523: номінальна тягова сила 50 кН; робоча ширина столу 320 мм; відстань від салазок до осі отвору в столі 150 мм; найбільша довжина ходу санлазок 1000 мм; швидкість робочого ходу протяжки 1,5-11,5 м/хв; рекомендована швидкість зворотного ходу протягання 20 м/хв; потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 11.

Напівавтомат протяжний вертикальний для внутрішнього протягування мод. 7Б77: номінальна тягова сила 700 кН; робоча ширина столу 710 мм; відстань від салазок до осі отвору в столі 200 мм; найбільша довжина ходу салазок 1600 мм; швидкість робочого ходу протяжки 1,0-7,9 м/хв; рекомендована швидкість зворотного ходу протягання 16 м/хв; потужність електродвигуна приводу головного руху 57 кВт.

Аналізуючи технічні характеристики верстатів, можна зробити висновок, що для обробки заданого отвору не достатня тягова сила 50кН та потужність 11кВт. Тому обираємо верста мод. 7Б77 з більш потужними характеристиками.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент[5].

На 010 Вертикально-свердлувальній операції вибираємо наступне устаткування [16, 17]:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

- різальний інструмент: свердло центровочне d=5 ОСТ2 И20-2-80, свердло спіральне Р6М5 d=8 ОСТ2 И20-2-80; розгортка Р6М5 d=9,8 ГОСТ1672-80; зенковка d=11 ГОСТ 14953-80; мітчик М10×1,5 ГОСТ 6951-71;

- вимірювальний інструмент: Калібр-пробка ø 10Н8 ГОСТ 14810-69; зразок шорсткості Ra3,2

На 025 Вертикально-протяжній операції вибираємо наступне устаткування [16, 17]:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;
- різальний інструмент: протяжка Р6М5 2402-2428 ГОСТ 25972-83 [10].
- вимірювальний інструмент: калібр-пробка шліцева ø 40G6 ГОСТ 14810-69; шаблон пазовий спеціальний;

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання на вертикально-свердлувальну операцію №010.

На операції, що аналізується, відбувається свердління 4 отворів Ø8 . Різальним інструментом є свердло спеціальне діаметром D=8 мм ГОСТ 10903-77

Матеріал різальної частини - швидкорізальна сталь Р6М5

Обробка проводиться на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Р135 подачу приймаємо за таблицею [2, табл.25 с. 277]

Для отвору діаметром D= 8 мм подача S= 0,66 мм/об

Період стійкості інструменту T=90 хв [2, табл.30 с. 279]

Розрахункову величину швидкості різання визначаємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s} S^y} K_v \text{ м/хв} \quad (6.7)$$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

де C_v , q , y , m – поправочні коефіцієнти та показники степеню, що враховують умови свердління.

Приймаємо значення коефіцієнту C_v та показників степеню за [2, табл.28 с.278] $C_v = 9,8$; $q = 0,40$; $y = 0,50$; $m = 0,20$; $C_m = 1$.

K_v -загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} \quad (6.8)$$

Де K_{Mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу

$$K_{Mv} = C_m \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{640} \right)^{0,9} = 1,15$$

$K_{lv} = 1$ коефіцієнт що враховує стан поверхні заготовки

$K_{lv} = 0,85$ коефіцієнт що враховує глибину різання

$$K_v = 1,15 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,98$$

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 8^{0,40}}{90^{0,2} \cdot 0,66^{0,50}} \cdot 0,98 = 11 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту оборотів шпинделя за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.9)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 11}{3,14 \cdot 8} = 43,7 \text{ об/хв.}$$

для верстата 2P135 приймаємо дійсне число оборотів: $n_d = 150$ об/хв;

Тоді дійсна швидкість різання дорівнює

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 150}{1000} = 3,77 \text{ м/хв.}$$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

Крутний момент визначаємо по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (6.10)$$

Приймаємо значення значення коефіцієнту C_M та показників степеню за [2, табл.32 с.281] $C_M=0,0345$; $y=0,8$; $q=2,0$; $K_p = K_{mp}$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{640}{750} \right)^{0.75} = 0,88 \quad (6.11)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,66^{0,8} \cdot 0,88 = 13,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Осьову силу визначаємо по формулі:

$$P_o = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (6.12)$$

Приймаємо значення значення коефіцієнту C_M та показників степеню за [2, табл.32 с.281] $C_p=68$; $y=0,7$; $q=1,0$; $K_p = K_{mp}$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,66^{0,7} \cdot 0,88 = 3579 \text{ Н}$$

Потужність різання

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{13,6 \cdot 150}{9750} = 0,2 \text{ кВт} \quad (6.13)$$

Потужність, яку повинен забезпечити верстат, визначаємо за формулою

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta, \quad (6.14)$$

де $N_{дв}$ - потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт;

η - механічний ККД.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$N_{\text{шт}} = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт}$$

Таким чином, $N_e < N_{\text{шт}}$. З цього випливає, що обладнання забезпечить достатню потужність для обробки.

Визначаємо основний час різання за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.15)$$

де $i = 4$ – кількість проходів;

L – довжина робочого ходу інструмента, мм.

Довжину робочого ходу інструмента визначаємо за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2, \text{ мм} \quad (6.16)$$

де l_0 – довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1 – довжина врізання інструменту, мм;

l_2 – довжина перебігу інструменту, мм, $l_2 = 2$ мм [6].

$$l_1 = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ мм}$$

$$L = 14 + 3,2 + 2 = 19,2 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{19,2}{150 \cdot 0,66} \cdot 4 = 0,78 \text{ хв}$$

На даній операції застосовуються свердло центровочне $d=5$ ОСТ2 И20-2-80,

свердло спіральне Р6М5 $d=8$ ОСТ2 И20-2-80; розгортка Р6М5 $d=9,8$ мм ГОСТ1672-80; зенковка $d=11$ ГОСТ 14953-80; мітчик М10×1,5 ГОСТ 6951-71.

Режими різання для кожного переходу залишаємо аналогічними.

Тоді, $T_o=3,9$ хв.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

Розрахунок режимів різання на горизонтально-протяжну операцію №025

Визначаємо режими різання табличним методом на горизонтально-протяжну операцію, яка виконується на горизонтально-протяжному верстаті 7А523.

Вибираємо різальний інструмент. Для протягування шлійових пазів $b=8$ мм вибираємо протяжку шпонкову зі швидкорізальної сталі ГОСТ18217-90.

Визначення режиму різання при протягуванні починаємо із встановлення групи оброблюваності протягнутого матеріалу (табл. 49, с.454, [16].). При обробці вуглецевої конструкційної сталі 45 з твердістю 207 НВ група оброблюваності – I.

Подача при протягуванні являється елементом конструкції протяжки.

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = P \cdot B, \text{ Н} \quad (6.17)$$

де P – сила різання в Н на 1мм довжини різальної кромки ([15] таблиця 51, с. 455). При обробці конструкційної сталі 45 з твердістю 207 НВ $P = 273$ Н.

B – сумарна довжина різальних кромок, які одночасно беруть участь у різанні.

$$B = \frac{b \cdot Z_p}{Z_c}, \text{ мм} \quad (6.18)$$

де b – ширина шпонкового пазу, мм;

Z_p – найбільше число одночасно працюючих зубів протяжки;

Z_c – число зубів протяжки в секції;

$$Z_p = \frac{l}{t} + 1, \quad (6.19)$$

де l – довжина протягнутого отвору, мм;

t – крок зубів протяжки, мм;

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

$$Z_p = \frac{30}{5} + 1 = 7$$

$$B = \frac{22 \cdot 7}{1} = 154 \text{ мм,}$$

$$P_z = 273 \cdot 154 = 42,1 \text{ кН}$$

Перевіряємо чи достатня тягова сила верстата. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$P < Q \quad (6.20)$$

де Q – тягова сила верстата, кН;

$$42,1 < 400$$

Отже, протягування можливе.

Визначаємо швидкість різання ([16] табл. 48,). При групі швидкості різання $V_{\text{різ}} = 10$ м/хв.

Визначаємо швидкість різання, допустиму потужністю електродвигуна верстата за формулою:

$$V_d = \frac{60 \cdot 1020 \cdot N \cdot \eta}{P_z}, \text{ м/хв} \quad (6.21)$$

$$V_d = \frac{60 \cdot 1020 \cdot 37 \cdot 0,85}{42100} = 45,72 \text{ м/хв.}$$

Швидкість різання V порівнюємо з допустимою швидкістю різання V_d , так як $10 < 45,72$ ($V < V_d$), то за розрахункове значення швидкості різання приймаємо 10 м/хв.

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата. Остаточню приймаємо $V = 6,15$ м/хв.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		40

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{1000 \cdot V \cdot q} \cdot K \cdot i, \text{ хв}$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу;

$$L_{p.x} = l_n + l + l_{\text{дод}}, \text{ мм} \quad (6.22)$$

де l_n – довжина робочої частини протяжки;

l – довжина оброблюваної поверхні;

$l_{\text{дод}}$ – величина на вхід та вихід протяжки; $l_{\text{дод}} = 30-50$ мм;

$$L_{p.x} = 602 + 215 + 47 = 864 \text{ мм}$$

q – кількість одночасно оброблюваних деталей;

K – коефіцієнт, який враховує відношення швидкості різання і швидкості холостого ходу (вибирається з паспорта верстата);

$$K = \frac{V}{V_x} + 1, \quad (6.23)$$

$$K = \frac{6,15}{20} + 1 = 1,31$$

i – число проходів.

$$T_o = \frac{864}{1000 \cdot 6,15 \cdot 1} \cdot 1,31 \cdot 1 = 0,18 \text{ хв}$$

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		41

6.6 Технічне нормування операцій

Технічне нормування на вертикально-свердлувальну операцію №010

Визначаємо штучний час:

$$T_{шт.} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{отд} \quad (6.24)$$

де T_o – норма основного часу на операцію, хв; $T_o = 0,52$ хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим} \quad (6.25)$$

$T_{устГ}$ – час на установку і зняття деталі [1], с.199, табл.5.6 $T_{уст} = 0,062$ хв

$T_{пер}$ – час пов'язаний з переходом [1], с.202, табл.5.8; $T_{пер} = 0,15$ хв

$T_{вим}$ – час на вимірювання [1] с.207 табл.5.13 $T_{вим} = 0,21$ хв

$$T_d = 0,062 + 0,15 + 0,21 = 0,422 \text{хв}$$

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, в відсотках від оперативного часу $\alpha_{обс} = 3,0\%$ [1], с.212 таб. 5.21

$$T_{обсл} = (T_o + T_d) \frac{\alpha_{обсл}}{100} \quad (6.26)$$

$$T_{обсл} = (3,9 + 0,422) \times \frac{3}{100} = 0,13 \text{хв}$$

$T_{від}$ – час на відпочинок і особисті потреби. Час в відсотках від оперативного часу $\alpha_{від} = 6,\%$ [1]с.213 табл 5.22

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Остаточню штучний час на операцію № 10 складає:

$$T_{шт.} = 3,9 + 0,422 + 0,13 = 4,45 \text{ хв}$$

Технічне нормування на шліцепротяжну операцію №020

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного та допоміжного.

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв}$$

де T_o – основний час, розрахований в пункті 2.8.3 $T_o = 0,18$ хв.

T_d – допоміжний час, визначаємо за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{кр} + T_{вим}, \text{ хв}$$

де $T_{уст}$ – час на установку и зняття деталі, $T_{уст} = 0,29$ хв.; табл. 5.5 с. 201 [1];

$T_{кр}$ – час на прийняття керування, $T_{кр} = 0,09$ хв.; табл. 5.8 с. 202-203 [1];

$T_{вим}$ – час на вимірювання, $T_{вим} = 0,1$ хв. табл. 5.14 с. 208 [1].

$$T_d = 0,29 + 0,1 + 0,09 = 0,38 \text{ хв}$$

$$T_{оп} = 0,18 + 0,38 = 0,56 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час:

$$T_{шт} = 0,56 \times \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 0,6 \text{ хв}$$

**7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ
ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ**

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

Враховуючи середньосерійний тип виробництва і необхідність зменшувати час на обробку та підвищувати точність поверхні при обробці, на вертикально-свердловальній операції доцільно спроектувати спеціальне пристосування.

Умовою досягнення точності оброблюваної деталі є досягнення точного базування деталі в пристосуванні, при тому що точність верстата повинна задовольняти отримувані параметри [2, 4].

Згідно вимог креслення на заданій операції необхідно отримати отримати 4 отвори.

Точність форми.

Конструктором не відзначено точність форми отриманих поверхонь, тому назначаємо їх відповідно з нормальною відносною геометричною точністю – А згідно з ГОСТ 24643-81.

Точність розміщення поверхонь.

Конструктором задане відхилення форми від радіального биття 0,02 мм відносно бази В.

Шорсткість зубчастого вінця $Ra = 1,6$ мкм.

Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.

Попередньо заготовка оброблювалась на токарному верстаті для підготовки чистових баз – торця та на протяжному верстаті – отвору. Базові поверхні:

Точність розмірів.

- торець виконаний в розмір 85 мм. Допуск складає $T=0,74$ мм, що відповідає 14 квалітету точності;

- отвір виконаний в розмір $\varnothing 72$ мм. Допуск складає $T=0,74$ мм, що відповідає 14 квалітету точності.

Точність форми.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

Конструктором не відзначено точність форми отриманих поверхонь, тому назначаємо їх відповідно з нормальною відносною геометричною точністю – А згідно з ГОСТ 24643-81.

Точність розміщення поверхонь.

Конструктором не відзначено точність розміщення поверхонь, тому назначаємо їх відповідно з нормальною відносною геометричною точністю – А згідно з ГОСТ 24643-81.

Шорсткість базових поверхонь: торця – Ra 6,3 мкм; отвору – Ra 3,2 мкм.

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється з зони різання, стола верстата при виключеному обладнанні. Захисний кожух не дозволить в процесі обробки розлітатися стружці та охолоджуючій рідині.

Робоча температура навколишнього середовища $t = 20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 80%, атмосферний тиск $P_{\text{ат}} = 86 \dots 106$ кПа, швидкість руху повітря – 0,5 м/с, частота вібрації, виниклих в результаті роботи обладнання в цеху $f=20-30$ Гц, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1500 Люкс [2].

Складання переліку виконуваних функцій.

Даний перелік функцій дозволяє попередньо ознайомитись з об'ємом робіт по використанню пристосування та зробити аналіз функцій: 0 – Переміщення та попередня орієнтація пристосування; 1 – Базування заготовки; 2 – Закріплення заготовки; 3 – Базування пристосування на верстаті; 4 – Закріплення пристосування на верстаті; 5 – Підвід та відвід енергоносіїв; 6 – Утворення сили для закріплення; 7 – Управління енергоносіями; 8 – Обробка заготовки; 9 – Досягнення безпечних умов праці; 10 – Об'єднання функціональних вузлів.

Похибка базування в пристосуванні визначається за формулою [2, 4]:

$$\varepsilon_6 = S_{\text{max}} = TD + Td + S_{\text{min}}, \text{ мм} \quad (7.1)$$

де TD – допуск на отвір, мм; $TD = 0,035$ мм;

Td – допуск на вал, мм; $Td = 0,022$ мм;

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

S_{min} – мінімальний зазор, мм; $S_{min} = 0,069$ мм;

$$\varepsilon_6 = 0,035 + 0,022 + 0,069 = 0,126 \text{ мм}$$

Похибка базування допустима визначається за формулою:

$$[\varepsilon_6] = T + \omega \cdot K, \text{ мм} \quad (7.2)$$

де T – допуск на розмір, що отримується, мм; $T = 0,25$ мм;

ω – середня економічна точність обробки деталі на заданій операції; $\omega = 0,125$;

K – коефіцієнт серійності; $K = 0,6$;

$$[\varepsilon_6] = 0,25 + 0,125 \cdot 0,6 = 0,175 \text{ мм}$$

Розрахункова похибка базування порівнюється з допустимою. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$\varepsilon_6 \leq [\varepsilon_6] \quad (7.3)$$

$$0,126 \leq 0,175$$

Похибка базування не перевищує гранично допустиму.

Силовий розрахунок пристосування.

Розраховую силу затиску, яка необхідна для надійного закріплення деталі при обробці. Схема сил діючих на заготовку зображена на рисунку 3.3.

Сила затиску обчислюється за формулою (3.1):

$$W = \frac{k \cdot M_{кр} \cdot n}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot \left(\frac{D_1^3 - D^3}{D_1^2 - D^2} \right)}, \text{ Н} \quad (7.4)$$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

де W – сила затиску, Н;

k – коефіцієнт запасу;

f – коефіцієнт тертя в робочих поверхнях зажимів;

$M_{кр}$ – обертовий момент на свердлі в Н·мм;

n – число одночасно працюючих свердел;

D_1, D – діаметри; $D_1 = 160$ мм, $D = 95$ мм;

$k_0 = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

$k_1 = 1,0$ – враховує збільшення сил різання через нерівності на поверхнях;

$k_2 = 1,0$ – збільшення сил різання через затуплення ріжучого інструменту;

$k_3 = 1,0$ – збільшення сил різання при переривчастому різанні.

$k_4 = 1,2$ – постійність сили закріплення;

$k_5 = 1,0$ – враховує ергономіку ручних затискних механізмів;

$k_6 = 1,0$ – враховує наявність моментів.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,79$$

Визначаємо обертовий момент за формулою (3.2):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр}, \text{Н/мм} \quad (7.5)$$

де $C_m = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$; $x = 0$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,6^{0,8} \cdot 95^2 \cdot 1,79 = 10582 \text{ Н/мм}$$

Визначаємо осьову силу за формулою (3.3):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр}, \text{Н} \quad (7.6)$$

де $C_p = 68$, $q = 1$, $y = 0,7$, $x = 0$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 68 \cdot 95^2 \cdot 0,6^{0,7} \cdot 1,79 = 162,58 \text{ Н}$$

За формулою (7.4) визначаємо силу затиску:

$$W = \frac{1,79 \cdot 10582 \cdot 1}{\frac{1}{3} \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{160^3 - 95^3}{160^2 - 95^2} \right)}, = 1181,7 \text{ Н}$$

Вибір та розрахунок силового приводу

В якості силового приводу для затиску деталі обираємо пневмоциліндр односторонньої дії, де затиск виконується силою стисненого повітря, а розтиск - за допомогою пружини. Пневмоциліндр обираю тому, що для затиску-розтиску заготовки необхідний великий хід штоку (35-40 мм), якого не може забезпечити пневмокамера.

Розраховуємо діаметр пневмоциліндра. Розрахунок ведеться за формулою (3.4):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}, \text{ мм} \quad (7.7)$$

де W – сила затиску;

η – коефіцієнт корисної дії пневмоприводу, $\eta = 0,85$.

ρ – тиск повітря в пневмомережі, $\rho = 0,4$ МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1181,7}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 66,5 \text{ мм.}$$

Обираємо за ГОСТ 15608-81 пневмоциліндр $D = 70$ мм.

Визначаємо дійсну силу, що діє на шток за формулою (3.5):

$$W_d = \rho \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta, \text{ Н} \quad (7.8)$$

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		48

$$W = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot 0,85 = 1307,81 \text{ Н}$$

Розрахуємо коефіцієнт закріплення:

$$K_3 = \frac{1307,81}{1181,7} = 1,11$$

Отже, оскільки $K_3 > 1$, то пневмоциліндр зможе забезпечити надійну фіксацію заготовки при обробці.

Призначення пристрою та принцип дії пристосування

Пристосування в зібраному вигляді повинно задовольняти технічні вимоги, вказані на кресленні загального виду, забезпечувати надійну фіксацію заготовки при свердлінні та точність встановлення.

Для виконання свердлильної операції необхідно встановити оброблювальну деталь на втулку 8, зафіксувавши її зверху розрізною шайбою 10. Для закріплення подають стиснене повітря в штокову порожнину - деталь фіксується. Після обробки повітря випускають, пружина 12 повертає поршень зі штоком в початкове положення – відбувається розкріплення деталі.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення причіпа «Бізон» БР-750, куди входить задана деталь. Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення шестерні.

- встановлено, що тип виробництва середньосерійний, а форма організації виробництва – групова;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято штампування на КГШП.

Докладно розроблено дві операції: вертикально-свердлильну та шліцепротяжну: порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна; обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування та карту налагодження для звертикально-свердлильної операції.

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Стали и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з

					ТМ 18090008-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

11 Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 2. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбо-накатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

13 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

14 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

15 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

16 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

17 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

18 Чернавский С.А. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для втузов. – М.: «Машиностроение», 1984. – 560 с.

19 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

					<i>TM 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

20 АЧ2. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. [Электронный ресурс]: Web-сайт. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A72> – Назва з екрану.

21 "Неубиваемая" АЧ2 [Электронный ресурс]: Web-сайт. – Режим доступа: https://pikabu.ru/story/neubivaemaya_ach2_6669919 – Назва з екрану.

22 Основы охраны труда: Пidrучник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

23 ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. П О С Т А Н О В А N 42 від 01.12.99 м. Київ: Web-сайт. – Режим доступа: https://dnaop.com/html/34094/doc%D0%94%D0%A1%D0%9D_3.3.6.042-99 – Назва з екрану.

24 ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Система стандартов безопасности труда. ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.

					<i>ТМ 18090008-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53